

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-126517

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H01B 3/30

H02K 3/30

(21)Application number : 10-163181

(71)Applicant : ESSEX GROUP INC

(22)Date of filing : 11.06.1998

(72)Inventor : CHARLES W MACGREGOR

JAMES J CONNELL

JOSEPH J HERBER

RONALD J BEEKMAN

(30)Priority

Priority number : 97 880987

Priority date : 23.06.1997

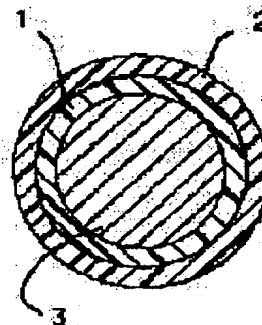
Priority country : US

## (54) MAGNET WIRE INSULATING MATERIAL FOR INVERTER LOADING MOTOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an insulator durable for a long time to voltage in a motor driven by an inverter by forming it with one or more hardened wire enamel type polymer layers, and by containing dispersed high surface area silica or mixture of silica with chromium oxide in one or two polymer layers.

**SOLUTION:** A metallic conductor 3 coated by polyester undercoat (enamel-1:1) and polyamide - imide finish coat (enamel-2:2) is composed of polyamide - imide topcoat and polyester base coat. When only inorganic oxide with a large surface area, that is fogging method silica, is added into magnet wire enamel, silica with a grade for which it has a specific surface area in the range of about 90-550 m<sup>2</sup>/g is used. In addition, silica with an apparent particle size less than one micron is used, and is added by milling so that a polymer insulating material to secure a smooth and continuous enamel surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-126517

(43)公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 B 3/30

H 0 1 B 3/30

N

H 0 2 K 3/30

H 0 2 K 3/30

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-163181

(22)出願日 平成10年(1998) 6月11日

(31)優先権主張番号 08/880, 987

(32)優先日 1997年6月23日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 598077037

エセックス・グループ・インコーポレイテッド

Essex Group, Inc.

アメリカ合衆国 インディアナ州 フォート・ウェイン ウォール・ストリート 1601

(72)発明者 チャールズ・ダブリュ・マックレガー

アメリカ合衆国 インディアナ州 フォート・ウェイン スウィートブリエル・ドライブ 6934

(74)代理人 弁理士 網谷 信雄 (外1名)

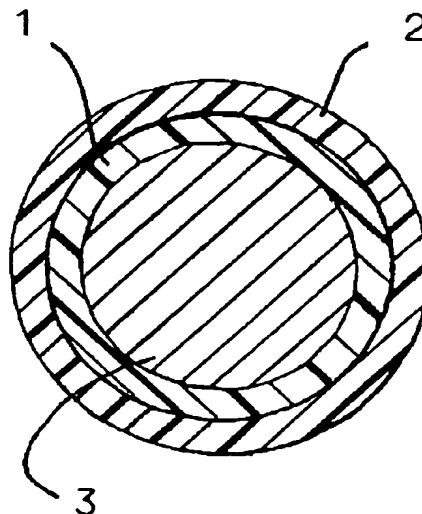
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インバータ負荷モータ用マグネットワイヤ絶縁材

(57)【要約】

【課題】 インバータ駆動されるモータにおける電圧波形に、持続的な期間にわたって耐え得る設計の、マグネットワイヤ絶縁材を提供すること。

【解決手段】 大表面積無機酸化物、例えば煙霧法シリカが、絶縁劣化に対する耐性を改善するために、マグネットワイヤ絶縁体中へ添加される。これに代わって、大表面積無機酸化物と低固有抵抗酸化物、例えば酸化クロムの混合物は、絶縁劣化に対するより大きな改善をもたらす。本発明は、インバータ駆動されるモータに見られる高電圧、急勾配波型で作動するモータの巻線の寿命を延長するために殊に有用である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電導体の絶縁材であって、上記電導体周囲に配置された少なくとも 1 層の硬化ポリマ層及び上記ポリマ層に添加され且つ各粒子が約  $90 \text{ m}^2/\text{g}$  以上の表面積を有する分散シリカ粒子から成り、上記絶縁材において大表面積シリカ粒子が、電導体を通る高電圧及び高周波数波形による絶縁劣化に対する耐性を与えるようにした電導体の絶縁材。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電導体の絶縁材において、上記シリカ粒子が上記ポリマにミリングによって分散せしめられる電導体の絶縁材。

【請求項 3】 請求項 1 記載の電導体の絶縁材において、上記シリカが煙霧法シリカである電導体の絶縁材。

【請求項 4】 電導体の絶縁材であって、上記電導体周囲に配置された少なくとも一層のポリマ層及び上記ポリマ層中に分散された大表面積無機酸化物と低固有抵抗無機酸化物の混合物から成り、上記絶縁材において上記の大表面積無機酸化物及び低固有抵抗無機酸化物の混合物が、電導体を通る高電圧波形のもたらす絶縁劣化に対する耐性を与えるようにした電導体の絶縁材。

【請求項 5】 請求項 4 記載の電導体の絶縁材において、大表面積無機酸化物が煙霧法シリカである電導体の絶縁材。

【請求項 6】 請求項 4 記載の電導体の絶縁材において、上記低固有抵抗無機酸化物が酸化クロムである電導体の絶縁材。

【請求項 7】 電導体の絶縁材であって、上記電導体周囲に配置された内側ポリエステル層及び上記内側ポリエステル層周囲に配置された外側ポリアミドイミド層から成り、上記絶縁材において少なくとも 1 層がその中に分散された大表面積無機酸化物粒子を含有し、また上記絶縁材において上記大表面積無機酸化物粒子が、上記電導体を通る高電圧及び高周波数波形のもたらす絶縁劣化に対する耐性を与えるようにした電導体の絶縁材。

【請求項 8】 請求項 7 記載の電導体が約  $90 \text{ m}^2/\text{g}$  以上の比表面積を有する煙霧法シリカである電導体の絶縁材。

【請求項 9】 電導体の絶縁材であって、上記電導体を囲むポリエステル絶縁層及び上記ポリエステル層を囲むポリアミドイミド層から成り、上記絶縁体において少なくとも 1 層の上記絶縁層がその中に分散された大表面積無機酸化物及び低固有抵抗無機酸化物の混合物を含有し、また上記絶縁材において上記大表面積無機酸化物及び低固有抵抗無機酸化物の混合物が上記電導体を通る高電圧及び高周波数波形のもたらす絶縁劣化に対する耐性を与えるようにした電導体の絶縁材。

【請求項 10】 請求項 9 記載の電導体の絶縁材において、上記大表面積無機酸化物が煙霧法シリカである電導体の絶縁材。

【請求項 11】 請求項 9 記載の電導体の絶縁材におい

2

て、上記低固有抵抗無機酸化物が酸化クロムである電導体の絶縁材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インバータ駆動されるモータにおける電圧に対して持続的期間に亘って耐えるように設計されたマグネットワイヤ絶縁材に関する。殊に本発明は、インバータ駆動装置、例えばパルス巾変調可変周波数駆動装置と組み合わせて使用される場合のモータ巻線の寿命を改善することを目的としたマグネットワイヤ絶縁材に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】インバータ駆動装置及びインバータ駆動されるモータは、より高いエネルギー効率に向けての持続的要求の由に、大きい関心を受けて来ている。米国における電気エネルギー消費の 60-70% は、三相誘導モータが使用すると推定される。これらモータは、不要時の全速運転に際し実質的エネルギーを明らかに浪費している。

【0003】加減速度駆動 (ASD) は、モータに可変周波数を供給することによって、モータを可変速度で運転することを可能とする。エレクトロニック ASD は、60 Hz の引込線電圧を直流電流 (DC) にコンバートする。次いでインバータは、モータへのインプットとして可変周波数を発生する。しかしながら、これら可変周波数は、440+電圧モータにおける早期モータ巻線破壊と関連づけられて来た急勾配波形をもたらす。これらのモータ巻線における破壊の方式は、高電圧及び高周波数波形によって起こされるワイヤ絶縁の劣化と関連づけられている。

【0004】ワイヤ絶縁劣化がもたらす早期破壊を低減するために、各種の試みが行われて来た。これらの試みには、モータの取扱及び製造の間のワイヤ及び絶縁材の損傷の最小化及びインバータから所要モータへのより短いリード長の採用が含まれる。さらに、インバータ及びモータ間のリアクタ (reactor) コイルあるいはフィルタは、インバータ、ケーブル/モータの組合せによって発生される電圧棘波 (spike) 及び高周波数を減少することによって、巻線の寿命を延ばすことが出来る。しかしながら、この種コイルは高価であり、またシステムの全体コストを増加する。標準に対し絶縁材料を増加し、ヘビー (heavy) 層としたマグネットワイヤは、モータの巻線の寿命の改善を可能とするが、しかしこの選択は高価であり、且つモータ中の銅のための総空間を減少し、低効率のモータをもたらす。他の選択には、モータ巻線におけるワニス増量が含まれる、しかしながらこの戦略は巻線が完全に被覆されない場合に無効である。

【0005】従って、インバータ駆動されるモータにおける電圧に、現状に比しより長期間にわたって耐えられ

3

るように設計されたマグネットワイヤ絶縁材が必要とされている。

#### 【0006】

【発明の概要】本発明は、従来の早期破壊低減の戦略に対して不利益を有せず、インバータ駆動されるモータの巻線における電圧に対する耐性を改良する。本発明は、大表面積シリカあるいはシリカと酸化クロムの混合物を、マグネットワイヤ絶縁材中に添加することから成る。よって、本発明の絶縁材は、1層または2層以上の硬化されたワイヤエナメル型 (wire enamel type) のポリマ層から成り、且つ1層または2層の上記ポリマ層中に分散された高表面積シリカあるいはシリカと酸化クロムの混合物を含有する。

【0007】本発明は、インバータを応用して用いられるモータにおける巻線の寿命を延長する。本発明の実施において、銅導体がポリエステル系ベースコート及びポリアミドイミド系トップコートで被覆される。高表面積シリカあるいはシリカと酸化クロムの混合物はポリアミドイミドトップコートに添加される。しかしながら、本発明は、マグネットワイヤにおける2層エナメルに限定されるものではない。

【0008】従来技術は無機酸化物あるいは有機金属化合物をマグネットワイヤエナメルに添加することを示すが、インバータ駆動装置及びインバータ駆動モータにおいて用いられるモータ巻線の寿命は、大表面積シリカ即ち煙霧法シリカ (fumed silica) が単独あるいは酸化クロムとの混合物として絶縁材中へ分散される場合に改善される。本発明は、絶縁材中でよりエネルギー散逸を可能とするよう大表面積を有する無機酸化物、即ち煙霧法シリカを提供する。本発明は、インバータ駆動されるモータにおける高電圧に曝されるモータ巻線の寿命を改善する。さらに、煙霧法シリカと低固有抵抗酸化物、即ち酸化クロムの混合物は、モータ巻線の寿命に対して追加の改良を提供する。煙霧法シリカによって提供される大表面積が絶縁材におけるより大きいエネルギー散逸を可能とし、また低固有抵抗酸化物が絶縁材表面に電荷を広げることが狙いである。煙霧法シリカと酸化クロムの混合物は、煙霧法シリカあるいは酸化クロムの単独使用より好結果を与えることが発見された。

【0009】大表面積を有する無機酸化物の添加物の一つが、絶縁材におけるエネルギー散逸をより可能とすることが目論まれた。シリカが異なる粒子表面積を有する等級で商業的に利用可能な唯一の無機酸化物である。利用可能なシリカの比表面積は、約  $90-550 \text{ m}^2/\text{g}$  の範囲である。インバータ駆動モータにおける絶縁破壊に対する耐性が、シリカ表面積の増加にともない改善することが発見されたのであり、本発明のために好ましい等級のシリカは、約  $380-550 \text{ m}^2/\text{g}$  の間の比表面積を有するものである。絶縁材における好ましいシリカの割合は  $10-50$  重量%の間にある。シリカ水準が  $1$

4

0%以下では実質的な改善が見られず、またシリカ水準が50%以上では絶縁材の柔軟性が失われる。さらに、滑らかな連続表面を確保するために、シリカは凝集体を崩すようにミリング (milling) される。シリカは溶剤の存在下に直接的にワイヤエナメル中でミリングされることも出来るが、あるいは溶剤中でミリングされた後にエナメル中に加えられるようにすることも出来る。何れのケースにおいても、ミリングが凝集体を崩し、また溶剤が粒子の再凝集を防止する。シリカがポリマ中に分散された後、ポリマは、通常の仕方で電導体上に適用される。マグネットワイヤは、マルチパス (multi pass) 被覆機及び拭取ダイス (wiping dies) を用いて未硬化絶縁材が適用され、次いで高温で硬化される。

【0010】上記のように、無機酸化物の混合物、即ちシリカ及び酸化クロムをマグネットワイヤ絶縁体中に添加することによって、モータ中巻線の寿命延長におけるより良い結果が得られる。シリカ及び酸化クロムの分散物は、全酸化物の濃度が全ポリマ量に対して  $5-50\%$  の範囲でポリアミドイミドワイヤエナメル (polyamide-imide wire enamel) 中へ添加される。得られるマグネットワイヤエナメルは、通常技術を使用してワイヤの被覆に供される。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、大表面積を有する無機酸化物をマグネットワイヤ絶縁材の1層または2層以上の層へ添加することを含む。これに代えて、大表面積の無機酸化物が低固有抵抗の無機酸化物と混合され、この混合物がマグネットワイヤ絶縁材の1層または2層以上の層へ添加される。

【0012】図1を参照しつつ、以下、本発明はポリエステル下塗り (エナメル-1) (1) とポリアミドイミド上塗り (エナメル-2) (2) で被覆された金属導体 (3) の組合せに関係して記述される。NEMA 1000, MW35-C型のマグネットワイヤエナメルは、ポリアミドイミドトップコート (top coat) 及びポリエステルベースコート (base coat) から成る代表的なものであるが、しかし本発明はその他の熱硬化性あるいは熱可塑性のポリマについても用いられ得る。

【0013】本発明は、最初に大表面積の無機酸化物、即ち煙霧法シリカ、のみをマグネットワイヤエナメル中へ添加する場合について説明される。大表面積の無機酸化物の選択は、大表面積が絶縁材中をより大きいエネルギーが透過することを可能とし、それによってインバータ駆動モータにおける高電圧及び高周波数波形に起因する絶縁劣化が減少すると信じられる由に行われた。シリカは、約  $90-550 \text{ m}^2/\text{g}$  の範囲の比表面積を有する等級のものが商業的に利用可能である。例えば、「エーロジル (AEROSIL) 90, デグサ (Degus

5

sa) 社品」は  $90 \text{ m}^2/\text{g}$  の比表面積を有し、また「EH-5, キャボット (Cabot) 社品」は  $380 \text{ m}^2/\text{g}$  の比表面積を有する。インバータ駆動されるモータの巻線における電圧波形に対する耐性が、シリカ表面積の増加にともなって改善されることが発見された。従って、比表面積が  $380-550 \text{ m}^2/\text{g}$  の間にあるシリカ等級のものが好ましい。

【0014】本発明に用いられるシリカは、1ミクロン以下の見掛け粒子サイズを有する。さらに、煙霧法シリカ (対応するハロゲン化合物を気相加水分解することによって製造される) を使用することが望ましい。また、絶縁材の1層におけるシリカの割合は10-50重量%の間とするのが好ましい。10%以下のシリカ水準ではインバータ駆動されるモータの寿命の実質的改善は見られない、また、50%以上のシリカ水準では絶縁材の柔軟性が受容できないものとなる。シリカは、1層、若干層あるいは全層の絶縁層に添加できる。

【0015】煙霧法シリカは、ポリマ絶縁材へ、滑らかで連続したエナメル表面を確保するようにミリング (milling) によって添加される。一つの方法において、シリカは、溶剤の存在下にワイヤエナメル中へ直接的にミリングされる。これに代えて、シリカは溶剤中でミリングされ、次いでエナメルに添加される。両ケースにおいて、ミリングが凝集体を崩し、また、溶剤が粒子の再凝集を防止する。最後に、シリカがヘグマングラインド (Hegman grind) の「セブン (seven)」あるいはファイナ (finer)、これは約12.7ミクロンの粒子サイズに相当する、にミリングするのが望ましい。

【0016】シリカがポリマ中に分散された後、ポリマは通常の方法で導体に適用される。マグネットワイヤの製造のために、マルチパス被覆機及び拭取りダイスを用いて未硬化絶縁材が適用され、次いで高温で硬化される。ポリエステルを下塗りとしポリアミドイミドを上塗りとするマグネットワイヤについて、硬化温度はワイヤ速度に応じて  $230^\circ\text{C}-600^\circ\text{C}$  の範囲とすることができる。ワイヤ速度は、 $2-1600 \text{ ft}/\text{min}$  あるいはこれ以上に、被覆される導体のタイプに従って変化させることが出来る。ワイヤ上のエナメル塗厚は、 $0.2-10 \text{ mil}$  (mil) の範囲とすることができる。

【0017】インバータ駆動されるモータ巻線における電圧耐性の改善を示す具体例が、以下に記述される。ポリアミドイミド上塗りエナメル-2でトップコートされた、ポリエステル下塗りエナメル-1のベースコートを有するマグネットワイヤが、エセックス・グループ社 (Essex Group Inc.) によって製造さ

6

れた。2つの等級の煙霧法シリカが使用された：「低 (low)」表面積シリカ (比表面積が  $90 \text{ m}^2/\text{g}$ ) 及び「高 (high)」表面積シリカ (比表面積が  $380 \text{ m}^2/\text{g}$ )。本具体例において、煙霧法シリカはポリアミドイミドエナメルにのみ添加され、また、ポリアミドイミド層の約15重量%の割合とされた。

【0018】ワイヤエナメルは、マルチパス被覆機及び拭取ダイスを用い18AWG銅線に適用された。表1は、煙霧法シリカと比表面積のマグネットワイヤ絶縁材の劣化に対する耐性への影響を示す。表1における「シングル (single)」、「ヘビー (heavy)」、「トリプル (triple)」及び「クオッドルプル (quadruple)」は、夫々1.7、3.0、4.3及び6.4ミル (mil) の見掛けの絶縁材厚に相当する。全てのケースにおいて、ポリエステル下塗りエナメル厚は、約1.8ミルとした。

【0019】エセックスのマグネットワイヤ試験室 (Essex's Magnet Wire Testing Laboratory) で、多種のマグネットワイヤがインバータ駆動装置及びモータを用いて試験された。典型的なより線 (twisted pair) がワイヤより形成され、 $200^\circ\text{C}$  のオープン中に置かれた。次いで、インバータ駆動装置機構から、高電圧、高周波数波形がより線に送られた。より線はショート (短絡) が起きるまで監視され、ショートまでの時間が記録された。ショート (破壊) までの時間が長い程、絶縁耐性がより良いことになる。表1に、各種マグネットワイヤエナメル配合及び厚さにおける破壊 (failure) 時間が示される。

【0020】期待のように、ワイヤ絶縁材厚の増加は絶縁劣化耐性を改善する。例えば、エナメル厚を「クオッドルプル (quadruple)」にすると、破壊までの時間が、600-1000倍に増加する。しかしながらより重要なことは、「高 (high)」表面積煙霧法シリカを「ヘビー (heavy)」厚さの絶縁材に添加することによって、絶縁劣化のより大きな改善が達成されるという事実である。事実、「ヘビー (heavy)」エナメル厚では破壊までの時間は約44倍となる (309時間対7時間)。さらに、「高 (high)」表面積シリカを含むエナメルを用いたマグネットワイヤは、「低 (low)」表面積シリカを含むエナメルを用いたマグネットワイヤと比較した場合に、破壊までの時間における改善が殆ど6倍であることを示す (309時間対52時間)。

【0021】

【表1】

マグネットワイヤ絶縁材の劣化耐性に対する 煙霧法シリカ及び比表面積の影響			
絶縁材厚	「低 (low)」 表面積シリカ	「高 (high)」 表面積シリカ	破壊までの時間 (時間)
シングル Single	--	--	.02-0.4
ヘビー Heavy	--	--	7
トリプル Triple	--	--	19
クォッドルプル Quadruple	--	--	250
ヘビー Heavy	--	X	309
ヘビー Heavy	X	--	52

【0022】本発明は、大表面積無機酸化物及び低固有抵抗無機酸化物、即ち煙霧法シリカ及び酸化クロム、の混合物をマグネットワイヤ絶縁体中へ添加することも同様<sup>20</sup>に含んでいる。以下の具体例は、シリカ及び酸化クロムの混合物が絶縁材に添加された場合の劣化耐性における改善を示すものである。分散物 (dispersion) が50:50比のシリカと酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) から調製された。次いで、分散物は、全ポリマ量を基準として15%の全酸化物濃度となるように、ポリアミドイミド (AI) ワイヤエナメルへ添加された。また同様に、シリカあるいは酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) が単独で用いられる場合の分散体が調製され、これら分散体は同一の無機酸化物水準でポリアミドイミド<sup>30</sup> (AI) エナメル中へ混合された。次いで、得られたマグネットワイヤエナメルは、NEMA 1000, MW:

\*35-C仕様に従って、試験オープン中で18AWGワイヤ上に被覆された。仕上がった絶縁ワイヤの被覆は、約60%のポリエステルと約40%のポリアミドイミドから成る。典型的な誘導より線 (dielectric twisted pair) (各5) がワイヤより形成され、また、460ボルトインバータ、ケーブル/モータ機構 (460 volt inverter cable/motor set up) から波形 (wave shapes) がより線に送られた。より線は破壊を示すショートを起こすまで監視された。試験開始から各ショートまでの時間が記録され、また破壊までの時間数が記録された。各ワイヤ構成 (4) についての平均値が求められた。以下の表2は、試験の結果を示す。

【0023】

【表2】

ワイヤ構成	トップコート の割合 (%)	破壊までの平均 時間 (時間)
標準エセックス (Essex) MW 35-C	20%	0.8
15%シリカ含有AIトップコート	40%	17.6
15% $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 含有AIトップコート	40%	4.9
7.5%シリカ+7.5% $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 含有AIトップコート	40%	245.0
7.5%シリカ+7.5% $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 含有AIトップコート	20%	172.0

【0024】本発明の好ましい具体例が記述された。しかしながら、当業者であれば、本発明の教示範囲で種々の変更を加え得ることを理解できよう。

【図面の簡単な説明】

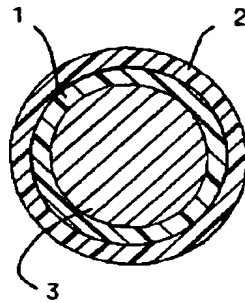
【図1】本発明による2層絶縁材で絶縁された電導体の

断面説明図である。

【符号の説明】

- 1 エナメル-1
- 2 エナメル-2
- 3 金属導体

【図 1】



---

フロントページの続き

(71)出願人 598077037

1601 Wall Street, Fort  
wayne, Indiana USA

(72)発明者 ジェイムズ・ジェイ・コンネル

アメリカ合衆国 インディアナ州 フォー  
ト・ウェイン リッジサイド・レーン  
7831

(72)発明者 ジョゼフ・ジェイ・ハーバー

アメリカ合衆国 インディアナ州 フォー  
ト・ウェイン メドウスイート・コート  
2316

(72)発明者 ロナルド・ジェイ・ピークマン

アメリカ合衆国 インディアナ州 フォー  
ト・ウェイン ステイジコーチ・ドライブ  
9128